

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-152724

(43)Date of publication of application : 31.05.1994

(51)Int.Cl.

H04M 1/60

H04M 1/03

H04R 3/02

(21)Application number : 04-316192

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 30.10.1992

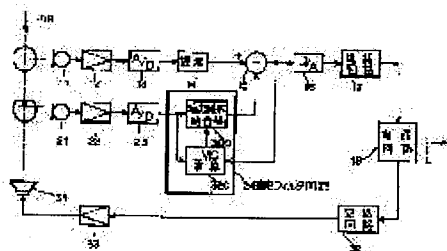
(72)Inventor : SASAKI TORU
OKUBO HITOSHI
MIZUUCHI TAKAYUKI
GYOTOKU KAORU

(54) SPEECH EQUIPMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To hold a satisfactory simultaneous duplex speech state by executing suppression of a receiving signal in a transmitting signal.

CONSTITUTION: A first microphone 11 for collecting a transmitting voice, a loudspeaker 31 for reproducing a received voice, and a second microphone 21 for collecting the received voice from this loudspeaker 31 are installed in one housing. From an output sound signal of a second microphone 21, an adaptive processing is executed so as to form a signal being approximate to the sound signal from the loudspeaker 31, mixed into a first microphone 11, in an adaptive filter circuit 24. An output signal of a first microphone 11, and an output signal of the adaptive filter circuit 24 are synthesized by a synthesizing circuit 15, and a sound signal component from the speaker 31, in the output signal of a first microphone 11 is reduced. An output signal of this synthesizing circuit 15 is transmitted as a transmitting signal.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-152724

(43) 公開日 平成6年(1994)5月31日

(51) Int. Cl. ⁵

識別記号

F I

H04M 1/60

C 9077-5K

1/03

B 9077-5K

H04R 3/02

7346-5H

審査請求 未請求 請求項の数9 (全12頁)

(21) 出願番号 特願平4-316192

(22) 出願日 平成4年(1992)10月30日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐々木 徹

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 大久保 仁

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 水内 崇行

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

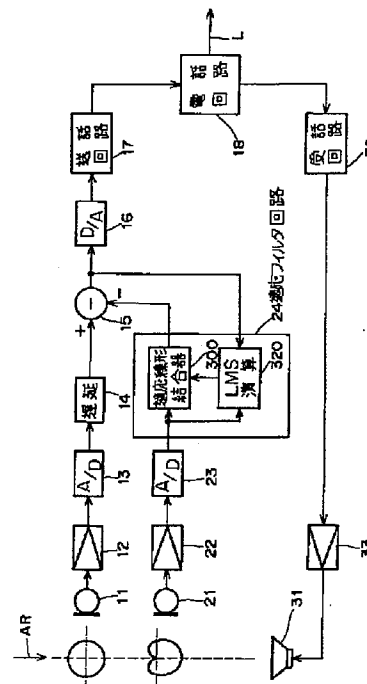
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通話装置

(57) 【要約】

【目的】 送話信号中の受話信号の抑圧を行い、良好な双方向同時通話状態を保つ。

【構成】 送話音声を受音するための第1のマイクロホン11と、受話音声を再生するためのスピーカ31と、このスピーカ31からの受話音声を受音するための第2のマイクロホン21とを1つの筐体内に装着する。第2のマイクロホン21の出力音声信号から、適応フィルタ回路24において、第1のマイクロホン11に混入するスピーカ31からの音声信号に近似する信号を形成させるように適応処理する。第1のマイクロホン11の出力信号と、適応フィルタ回路24の出力信号とを合成回路15で合成して、第1のマイクロホン11の出力信号中のスピーカ31からの音声信号成分を低減する。この合成回路15の出力信号を送話信号として伝送する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 受話音声を再生するためのスピーカと、送話音声を受音するための第 1 のマイクロホンと、前記スピーカからの音声を受音するための第 2 のマイクロホンと、前記第 2 のマイクロホンの出力音声信号から、前記第 1 のマイクロホンに混入する前記スピーカからの音声に近似した信号を形成するように適応処理するための適応フィルタ回路と、前記第 1 のマイクロホンの出力信号と、前記適応フィルタ回路の出力信号とを合成して、前記第 1 のマイクロホンの出力信号中のスピーカからの音声信号成分を低減するための合成回路と、この合成回路の出力信号を送話信号として伝送する送信手段と、前記スピーカと、第 1 のマイクロホンと第 2 のマイクロホンとが装着される筐体とを備える通話装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の通話装置において、前記第 2 のマイクロホンが、送話者からの音声入力方向に対して感度の低い特性を有するものとされる通話装置。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の通話装置において、前記受話音声のレベルが所定値以下であることを検出する検出手段を設け、この検出手段の出力により、前記適応フィルタ回路での適応処理動作を制限するようにした通話装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の通話装置において、前記検出手段が、前記第 1 のマイクロホンの出力と、第 2 のマイクロホンの出力とのレベル差を検出する手段で構成されてなる通話装置。

【請求項 5】 請求項 3 に記載の通話装置において、前記検出手段が、前記スピーカの入力信号のレベルを検出する手段で構成されてなる通話装置。

【請求項 6】 請求項 3 に記載の通話装置において、前記適応処理動作の制限が、適応処理の係数更新の利得因子を零にすることによりなされる通話装置。

【請求項 7】 請求項 3 に記載の通話装置において、前記適応処理動作の制限が、適応処理の係数更新の利得因子を小さくすることによりなされる通話装置。

【請求項 8】 請求項 3 に記載の通話装置において、前記適応処理動作の制限が、適応処理の係数の更新を行わずに、係数を固定値に設定することによりなされる通話装置。

【請求項 9】 前記筐体に穿かれる、前記スピーカの音声放音用の開口孔の大きさを、スピーカユニットの口径より小さくするようにした請求項 1 または請求項 3 に記載の通話装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】 この発明は、例えば、テレビ会議

システムやいわゆるハンズフリー電話などに適用して好適な双方向同時通話装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 テレビ会議システムやハンズフリー電話などの双方向同時通話装置は、ハンズフリーで、両手が空いているので、通話中でも筆記や他の作業ができるなど非常に便利である。

【 0 0 0 3 】 しかし、ヘッドセット型のように受話器を耳に付けるわけではないので、スピーカから放射する音量を適度に大きくしなければならない。また、同様に、送話器が話者の口許に位置するわけではないため、マイクロホンの受音感度も高くしなければならない。そのために、送話者の声のレベルよりもスピーカからの受話信号のレベルのほうが大きくなりがちであり、相手もその両方を混合して聞かされるために非常に聞きづらい通話状態になることになる。さらに、通話状態でのループゲインが大きくなっている場合には、ハウリングを生じることもある。

【 0 0 0 4 】 この問題を緩和するために、ハンズフリー電話装置では、ボイススイッチと呼ばれる利得可変装置がよく使用される。この装置は、送話レベルが予め設定された閾値を下回ると（つまり、こちら側が話しをしていないとき）、受話側の利得を上げて、相手側からの受話音声レベルを上げ、逆に送話レベルが前記閾値より大きくなったときには、受話側の利得を下げるものである。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このボイススイッチを用いた通話は、完全な双方向同時通話ではなく、相手側が話しをしているときには、こちら側は話しをしないという使い方のときにのみ有効である。しかも、利得を切り換えるための閾値の設定が難しく、受話音声は語句の頭が切れたような音声になりやすく、会話が不明瞭になるという欠点がある。

【 0 0 0 6 】 この発明は、以上の点に鑑み、完全な双方向同時通話を、良好な会話品質で行うことができる通話装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、この発明による通話装置は、後述の実施例の参照符号を対応させると、受話音声を再生するためのスピーカ 3 1 と、送話音声を受音するための第 1 のマイクロホン 1 1 と、前記スピーカからの音声を受音するための第 2 のマイクロホン 2 1 と、前記第 2 のマイクロホン 2 1 の出力音声信号を、前記第 1 のマイクロホン 1 1 に混入する前記スピーカ 3 1 からの音声に近似させるように適応処理するための適応フィルタ回路 2 4 と、前記第 1 のマイクロホン 1 1 の出力信号と、前記適応フィルタ回路 2 4 の出力信号とを合成して、前記第 1 のマイクロホン 1 1 の出力信号中のスピーカ 3 1 からの音声信号成分を低

減するための合成回路 15 と、この合成回路 15 の出力信号を送話音声信号として伝送する送信手段 17 と、前記スピーカ 31 と、第 1 のマイクロホン 11 と第 2 のマイクロホン 21 とが装着される筐体 40 とを備えることを特徴とする。

【0008】

【作用】上記の構成のこの発明によれば、第 1 のマイクロホンには、送話者の声と、スピーカ 31 からの再生音声が入音されるが、適応フィルタ回路からの信号により、スピーカ 31 からの音声は、相手方に送信する送話音声信号から低減ないし除去される。

【0009】

【実施例】この発明においては、適応雑音低減処理の考えを使用するので、この発明の一実施例を説明する前に、この適応雑音低減処理について説明する。

【0010】図 5 は、適応雑音低減処理システムの基本的構成のブロック図で、1 は主要入力端子、2 は参照入力端子であって、主要入力端子 1 を通じて入力された主要入力信号は遅延回路 3 を介して合成回路 4 に供給される。遅延回路 3 は、主要入力端子 1 に入力される主要入力信号と、参照入力端子 2 に入力される参照入力信号との間に時間遅延が無いとした場合に、適応フィルタ回路 5 での時間遅延分を補正するためのものであり、この遅延回路 3 は設けなくてもよい。

【0011】そして、参照入力端子 2 を通じて入力された信号は適応フィルタ回路 5 を介して合成回路 4 に供給され、遅延回路 3 からの信号から減算される。そして、この合成回路 4 の出力は、適応フィルタ回路 5 に帰還されると共に、出力端子 6 に導出される。

【0012】この雑音低減装置においては、主要入力端子 1 には、希望信号 s と、これと無相関の雑音 n_0 とが加算されたものが入力される。一方、参照入力端子 2 には、雑音 n_1 が入力される。この参照入力の雑音 n_1 は、希望信号とは無相関であるが、雑音 n_0 とは相関があるようにされる。

【0013】適応フィルタ回路 5 は、参照入力雑音 n_1 をフィルタリングして、雑音 n_0 に近似する信号、すなわち、雑音 n_0 と同相、等振幅の信号 y を出力する。この適応フィルタ回路 5 の出力信号として、雑音 n_0 と逆相、等振幅の信号 $-y$ を得るようにすることもできる。合成回路 4 では、遅延回路 3 の出力信号から適応フィルタ回路 5 の出力信号を減算（出力信号が、雑音 n_0 と逆相の信号 $-y$ の場合には加算）する処理が行なわれる。

【0014】適応フィルタ回路 5 における適応のアルゴリズムは、合成回路 4 の出力である減算出力（残差出力） e を最小にするように働く。すなわち、今、 s 、 n_0 、 n_1 、 y が統計的に定常であり、平均値が 0 であると仮定すると残差出力 e は、

$$e = s + n_0 - y$$

となる。これを二乗したものの期待値は、 s が n_0 と、

また、 y と無相関であるから、

$$\begin{aligned} E[e^2] &= E[s^2] + E[(n_0 - y)^2] \\ &\quad + 2E[s(n_0 - y)] \\ &= E[s^2] + E[(n_0 - y)^2] \end{aligned}$$

となる。適応フィルタ回路 5 が収束するものとすれば、適応フィルタ回路 5 は、 $E[e^2]$ が最小になるように調整されるものである。このとき、 $E[s^2]$ は影響を受けないので、

$$E_{\min}[e^2] = E[s^2] + E_{\min}[(n_0 - y)^2]$$

となる。すなわち、 $E[e^2]$ が最小化されることによって $E[(n_0 - y)^2]$ が最小化され、適応フィルタ回路 5 の出力 y は、雑音 n_0 の推定量になる。そして、合成回路 4 からの出力の期待値は、希望信号 s のみとなる。すなわち、適応フィルタ回路 5 を調整して全出力パワーを最小化することは、減算出力 e が、希望音声信号 s の最小二乗推定値になることに等しい。

【0015】残差出力 e は、一般に、信号 s に多少の雑音が残ったものとなるが、出力雑音は、 $n_0 - y$ で与えられるから、 $E[(n_0 - y)^2]$ を最小化することは、出力の信号対雑音比を最大化することに等しい。

【0016】なお、適応フィルタ回路 5 はアナログ信号で実現する場合とデジタル信号処理回路で実現する場合の、いずれでも可能である。適応フィルタ回路 5 を、デジタルフィルタを用いて実現した場合の例を図 6 に示す。この例は、適応のアルゴリズムとして、いわゆる LMS（最小平均自乗）法を使用した場合の例である。

【0017】図 6 に示すように、この例では、FIR フィルタ型の適応線形結合器 300 を使用する。これは、それぞれ単位サンプリング時間の遅延時間 Z^{-1} を有する複数の遅延素子 $DL1$ 、 $DL2$ 、…… DLm (m は正の整数) と、入力雑音 n_1 及び各遅延素子 $DL1$ 、 $DL2$ 、…… DLm の出力信号と加重係数との掛け算を行う加重回路 $MX0$ 、 $MX1$ 、 $MX2$ 、…… MXm と、加重回路 $MX0 \sim MXm$ の出力を加算する加算回路 310 を備える。加算回路 310 の出力は y (あるいは $-y$) である。

【0018】加重回路 $MX0 \sim MXm$ に供給する加重係数は、例えばマイクロコンピュータからなる LMS 演算回路 320 で、合成回路 4 からの残差信号 e に基づいて形成される。この LMS 演算回路 320 で実行されるアルゴリズムは、次のようになる。

【0019】今、時刻 k における入力ベクトル X_k を、図 6 にも示すように、

$$X_k = [x_{0k} \quad x_{1k} \quad x_{2k} \quad \cdots \quad x_{mk}]^T$$

とし、出力を y_k 、加重係数を w_{jk} ($j=0, 1, 2, \dots, m$) とすると、入出力の関係は、次の数 1 に示すようになる。

【0020】

【数 1】

5

$$y_k = \sum_{j=0}^M w_{jk} x_{jk}$$

そして、時刻 k における加重ベクトル W_k を、
 $W_k = [w_{0k} \ w_{1k} \ w_{2k} \ \cdots \ w_{mk}]^T$
 と定義すれば、入出力関係は、

$$W_{k+1} = W_k + 2\mu \cdot e_k \cdot X_k$$

なる式により順次行っていく。ここで、 μ は適応の速度と安定性を決める利得因子（ステップゲイン）である。

【0021】次に、以上説明した適応雑音低減処理を使用したこの発明による通話装置の一実施例のブロック図を図1に示す。この例では、適応フィルタ回路としては、デジタルフィルタを用いたものが使用され、合成回路4としては、減算回路が用いられる。また、この例の通話装置の外観を図2に示す。

【0022】図1において、11は、主として希望音声すなわちこの例の場合には送話者の声を收音するための主要入力用マイクロホンである。31は、相手方からの受話音声を放音するスピーカである。21は雑音として除去したい不要音声すなわちこの例の場合には、スピーカ31から放音される受話音声を收音するための参照入力用マイクロホンである。

【0023】これらマイクロホン11、21及びスピーカ31は、図2に示すように、通話装置の筐体40に装着されている。この筐体40は、扁平薄形のいわゆる低背型のものとされている。図3は、この通話装置の使用状態を示す図で、通話装置は図示のように送話者10に対してテーブル41上に載置される。すなわち、この図3に示すように、主要入力用マイクロホン11は、この使用状態において、低背型の筐体40の送話者10に最も近くなる前端部位置に装着される。スピーカ31は、筐体40のマイクロホン11とは離れた位置であって、しかも、送話者10より遠い位置に装着されている。参照入力用マイクロホン21は、この例ではスピーカ31と主要入力用マイクロホン11との間の位置に装着されている。

【0024】図3に示すように、希望音声としての送話者10の声が、矢印ARで示す方向から、この通話装置の筐体40に対して入射するように通話装置がテーブル41上に載置されて使用される。主要入力用マイクロホン11は、この送話者10からの音声と、スピーカ31からの音声を收音するように、図4に示すような全指向性（無指向性）のマイクロホンで構成される。

【0025】一方、参照入力用マイクロホン21は、送話者10からの音声は收音せずに、スピーカ31からの音声のみを收音するようなものとするため、図4に示すように、矢印ARで示す送話者の音声到来方向に感度を有しない単一指向性のマイクロホンで構成される。

【0026】この例の通話装置は、電話回線Lを介して

6

$$y_k = X_k^T \cdot W_k$$

で与えられる。ここで、希望の応答を d_k とすれば、残差 e_k は次のように表される。

$$e_k = d_k - y_k \\ = d_k - X_k^T \cdot W_k$$

LMS法では、加重ベクトルの更新を、

…… (a)

会話の双方向同時送受信を行うものである。すなわち、電話回路18に対して電話回線Lが接続され、この電話回線Lを介して相手側から送られて来る信号が、電話回路18を介して受話回路32に供給されて、受話音声信号が再生され、これが出力アンプ33を介してスピーカ31に供給されて、このスピーカ31から受話音声放音される。そして、送話者10の声がマイクロホン11で收音され、以下に説明するようにして、送話音声信号が形成され、その送話音声信号が送話回路17から、電話回路18を介して電話回線Lに送出され、相手方に伝送される。

【0027】すなわち、主要入力用マイクロホン11により送話者10の会話の音声とスピーカ31からの音声とが收音され、電気信号に変換される。このマイクロホン11の出力音声信号は、増幅器12を介してA/Dコンバータ13に供給されて、デジタル信号に変換され、遅延回路14を介して減算回路15に供給される。遅延回路14は、適応フィルタ回路24での伝播時間や適応処理のための演算に要する時間遅れなどの時間遅延を補償するためのものである。

【0028】また、参照入力用マイクロホン21により收音されたスピーカ31からの音声は、電気信号に変換され、増幅器22を介してA/Dコンバータ23に供給されて、デジタル信号に変換され、適応フィルタ回路24に供給される。

【0029】この実施例では、適応フィルタ回路24は、前述した図6に示したような、FIRフィルタ型の適応線形結合器300と、この線形結合器300を適応制御する演算回路、この例ではLMS演算回路320から構成され、A/Dコンバータ23からのデジタル信号は、線形結合器300を介して減算回路15に供給される。この適応フィルタ回路24は、マイクロプロセッサからなるDSP（デジタルシグナルプロセッサ）により構成することができる。

【0030】減算回路15の出力信号は、この適応フィルタ回路24の演算回路320に帰還されると共に、D/Aコンバータ16によりアナログ信号に戻され、送話回路17に供給される。

【0031】基本的には、適応フィルタ回路24では、主要入力音声信号中に含まれるスピーカ31からの音声に、参照入力音声信号が近似するように制御される。主要入力用マイクロホン11で收音された音声の送話者

10の音声と、スピーカ31からの音声とが無相関（送話音声と受話音声とは、一般的に、ほぼ無相関とすることができ）であるとする、減算回路15では、主要入力用マイクロホン11の音声信号から、適応フィルタ回路24からの音声信号が減算されることにより、主要入力音声の中のスピーカ31からの音声 cancels される。したがって、減算回路15からは、希望音声である送話者10の音声信号のみが得られる。

【0032】すなわち、この実施例の基本的構成は、主要入力として主要入力用マイクロホン11の出力音声信号が供給され、参照入力としての不要信号として、参照入力用マイクロホン21の出力音声信号が供給された適応型雑音低減システムの構成となっている。そして、この例ではスピーカ31からの音声信号が選択的に除去されて、結果的には、送話回路17には、希望音声である送話者の音声信号だけが、所要の品位で供給される。換言すれば、適応型システムとして、超指向性が実現されたことになる。

【0033】ところで、上記の例では参照入力用マイクロホン21として単一指向性のマイクロホンをういて希望音声である送話者の音声をできるだけ收音しないようにしたが、実際的には、参照入力用のマイクロホン21の指向特性を完全に希望音声信号を收音しないような特性にすることが困難であるので、希望音声信号である送話者の声、ある程度のレベルで参照入力信号中に混入してしまう。

【0034】この状態は、希望音声と参照入力音声の両入力信号が無相関であるという適応処理の前提条件から外れている。特に、参照入力信号中の不要信号のレベルがかなり低い場合には、参照入力には微少な残留雑音が入力されたことと同じになり、適応フィルタ回路24の特性は本来の望ましいものから大きくずれてしまう。システムは、出力パワーを最小化しようと働くので、希望する送話信号もなんらかの歪みを受けてしまう。すなわち、受話音声が存在しないと見なせるような低レベルの場合には、上述のような通常の適応処理では、希望音声である送話者の声自体が低減の対象となってしまう事態も生じる。

【0035】図7の例は、希望音声自体の低減や歪みを防止することができるようにした通話装置の例である。すなわち、この例では、受話回路32からの受話音声信号のレベルを検出するレベル検出回路34を設ける。そして、このレベル検出回路34の出力を適応フィルタ回路24のLMS演算回路320に供給し、受話音声信号のレベルが、受話音声が存在しないと見做せるような低レベルの場合には、適応フィルタ回路24での適応処理に制限を加える。その他の構成は、図1の例と全く同様に構成される。

【0036】適応処理の制限は、適応フィルタ回路24での加重係数の更新に制限を加えることによりなされ

る。この加重係数の更新の制限の方法としては、次の3種がある。

(1) ステップゲイン $\mu=0$ とする。

(2) ステップゲイン μ を通常の値より小さく、例えば $1/10$ にする。

(3) ステップゲイン $\mu=0$ とすると共に、フィルタ係数値を予め用意したデフォルト値にセットする。

【0037】(1)、(2)の方法は、適応フィルタ回路24での係数更新を停止または抑制することで、受話信号が適性なレベルであった時点の係数を、再度、受話信号のレベルが、レベル検出回路34でのスレッショールド値より大きい適正な値になるまで保持して動作させるものである。この方法により、送話信号と残留雑音による適応フィルタ回路24の大幅な動作変化を抑えることができる。

【0038】(3)の方法では、例えばスピーカ31～マイクロホン11、21の間の伝達関数を予め計測しておき、その係数をロードして受話信号の抑圧を行うものである。伝達係数の測定は、製品出荷時点（つまり製造所での調整）でも可能であるが、この例の通話装置を使用する直前に白色雑音を使用して適応動作させて行う方がよい。

【0039】以上の適応動作の制限により、参照入力のレベル低下時に希望音声信号が歪んでしまうのを回避することができると共に、参照入力のレベル回復後には、適応フィルタ回路24において通常の適応処理が行なわれて、主要入力音声信号中の不要信号を適切に低減することができる。

【0040】ところで、参照入力用マイクロホン21は、一般的には、単一指向性のマイクロホンユニットを使用するが、この単一指向性のマイクロホンは、価格が高く、設置したときに特性が変化しやすく、特性の調整も必要である。これに対して、無指向性のマイクロホンユニットは価格が安価で小型であり、取扱いや調整が容易である。この無指向性マイクロホンユニットを複数個用いることで、所望の指向特性を実現することができる。図8及び図9を用いて、無指向性のマイクロホンユニットを2個用いて単一指向性のマイクロホンを実現する例を説明する。

【0041】図8に示すように、この例では、無指向性のマイクロホンユニット51及び52は、距離 d だけ離して配置される。そして、図9に示すように、これら2個のマイクロホンユニット51、52の出力から、単一指向性形成回路50において、単一指向特性の出力が形成される。すなわち、回路50においては、一方のマイクロホンユニット51の出力音声信号は、図示を省略したアンプを介して減算回路53に供給される。他方のマイクロホンユニット52の出力音声信号は、同様に図示を省略したアンプ及びフィルタ回路54を介して減算回路53に供給される。フィルタ回路54は、この例で

は、抵抗器55とコンデンサ56とから構成される。そして、抵抗器55の抵抗値をR1、コンデンサ56の容量をC1としたとき、

$$C1 \cdot R1 = d/c$$

(ただし、cは音速である)

となるように抵抗値R1及び容量C1が選定されている。

【0042】そして、この例では、減算回路53の出力は、周波数特性を平坦にするための積分器など周波数特性補正回路57を介して出力端子58に出力音声信号が導出される。後述するように、この周波数特性補正回路57は、必要に応じて設けられるものであって、これは設けなくてもよい。

【0043】この例のマイクロホンの動作について説明

$$Pa = P0 (1 - A \varepsilon^{-j\omega(d/c) \cos \theta})$$

$$\approx P0 \{1 - A + j\omega(d/c) \cos \theta\}$$

$$= P0 \cdot j\omega(d/c) \left(\frac{1-A}{j\omega d/c} + \cos \theta \right)$$

なお、数2において、Aはフィルタ回路54のフィルタ関数を表わし、また、 $\omega \cdot d/c \ll 1$ である。

【0046】そして、数2において、次の数3を満足すれば、出力Paは単一指向性を示すものとなる。

【0047】

【数3】

$$1 - A = j\omega d/c$$

$$A = 1 - j\omega d/c \approx \left(\frac{1}{1 + j\omega d/c} \right)$$

つまり、次の数3の式を満足すると、前記数2は、

$$Pa = P0 \cdot j\omega(d/c) (1 + \cos \theta)$$

となり、角度θに関して単一指向性となる。

【0048】ところで、フィルタ回路54のフィルタ関数Aは、上記の例の場合、

$$A = 1 / (1 + j\omega C1 \cdot R1)$$

で表され、 $C1 \cdot R1 = d/c$ となるように構成されているので、

$$A = 1 / (1 + j\omega d/c)$$

となり、数3から図8の実施例のマイクロホンは単一指向性になることは明らかである。ただし、このマイクロホンの周波数特性は右上がり(高域ほどレスポンスが大)の特性になる。この例では、周波数特性補正回路57が、この右上がりの特性を平坦に補正するために設けられている。

【0049】なお、図9の例において、フィルタ回路54、減算回路53、さらには周波数特性補正回路57

する。図8に示すように、音源が2個のマイクロホンユニット51、52の配列方向に対してθなる角度の方向にあって、これら2個のマイクロホンユニット51、52に入射しているとした場合に、各ユニット51、52の出力をP0、P1とすると、出力P1は、

$$P1 = P0 \varepsilon^{-j\omega(d/c) \cos \theta}$$

となる。なお、ωは角周波数である。

【0044】マイクロホンユニット52の出力はフィルタ回路54を通じて減算回路53に供給されるので、減算回路53の出力信号Paは、次の数2に示すようなものとなる。

【0045】

【数2】

は、デジタルフィルタや処理プログラム(ソフトウェア)によっても実現することができる。

【0050】例えば、フィルタ回路54は、図10のように、加算器61と、遅延回路62と、伝達関数Aの帰還アンプ63とからなるデジタルフィルタで構成することができる。

【0051】図11の例においては、通話装置の筐体430に装着する2個のマイクロホンは、共に無指向性ユニット11U、21Uで構成し、主要入力音声は、ユニット11Uからの信号をそのまま使用するが、参照入力音声は、前述した単一指向性形成回路50と同様の構成の回路50Aから得る。すなわち、ユニット11U及び21Uの出力信号は、アンプ12及び22をそれぞれ介して単一指向性形成回路50Aに供給され、この回路50Aからは、図12の下側に示すように、前述した参照入力用マイクロホン21と同様に、送話者10からの音声到来方向ARには、感度を有せず、スピーカ31の方向を主軸方向とする単一指向特性の出力音声信号SAが得られる。そして、この音声信号SAが、参照入力音声信号として、A/Dコンバータ23に供給される。

【0052】また、この例においても、前述した受話信号レベルが低下したときの送話者の音声の歪みを防止するように構成されている。受話信号レベルの監視は、スピーカ31の入力信号のレベルを監視する前述の例の方法ではなく、スピーカ31に主軸が向いている単一指向性の参照入力用マイクロホンの出力信号のレベルを監視することによってもできる。しかしながら、実際の使用に当たっては、部屋や近傍物体の反射などにより僅かな

がら送話信号の一部が参照入力に混入してしまう。

【0053】一方、受話信号のレベルと送話信号のレベルの各々を正確に検出することは極めて困難であり、装置の大型化や高価格化を招いてしまう。そこで、この例では、受話信号と送話信号のレベル比を監視することにより、受話信号レベルの低下を推定するようにする。

【0054】そして、この例の場合には、レベル比を監視する送話音声も、方向ARに最大の感度（主軸方向がAR）を有する単一指向特性の出力音声として得るようにする。このため、2個のマイクロホンユニット11U及び21Uの出力は、アンプ12及び22をそれぞれ介して単一指向性形成回路50Bに供給され、この回路50Bからは、図12の上側に示すように、前述した参照入力用マイクロホン21とは逆に、送話者10からの音声到来方向ARに、最大感度を有する単一指向特性の出力音声信号SBが得られる。

【0055】そして、単一指向性形成回路50Aからの受話音声出力SAと、単一指向性形成回路50Bからの送話音声出力SBとがレベル比検出回路35に供給されて、各出力SA及びSBの出力レベルが検出されると共に、両出力レベル比（受話信号レベル/送話信号レベル）が検出される。そして、検出回路35は、制御信号を適応フィルタ回路24の演算回路320に供給し、受話信号レベル/送話信号レベルのレベル比が、設定値以上であるときには、通常の適応処理を行うようにして、送話信号中の受話信号を抑圧する。また、前記レベル比が設定値を下回るときには、前述と同様にして適応動作を制限する。

【0056】なお、マイクロホン11（または11U）、21（または21U）及びスピーカ31の配置は、上記の例のように、方向ARに対して直線的に配列する場合に限らない。

【0057】図13は、マイクロホン11、21と、スピーカ31との配列例を示す図である。すなわち、図13Aは、上述した例の配置であり、マイクロホン11、21及びスピーカ31を直線的に並べた例である。図13Bの例は、マイクロホン11と21とを、送話者10から同じ距離の位置に並べた例である。図13Cは、マイクロホン21をスピーカ31に近接して配置した例である。図13Dは、マイクロホン21をスピーカ31の側方に配置した例である。要するに、マイクロホン11は、スピーカ31と送話者10との間に配置されればよく、マイクロホン21は、スピーカ31の後ろ側でなければよい。

【0058】ところで、この種の通話装置において使用される音声出力装置としてのスピーカ31の部分の構成は、

①薄型スピーカーユニットを使用し、その主軸をほぼ鉛直方向に向ける

②小型スピーカーユニットを使用し、その主軸を聴取者

の耳元が来るであろう方向に向けるなどにより実現されている。

【0059】図14は、前記①の場合の構成例であり、スピーカーユニット71を薄型のエンクロージャ（筐体）72に取り付けた状態の断面図を示している。スピーカーユニット71の主軸は、ほぼ鉛直方向を向いている。図15は、前記②の場合の構成例であり、スピーカーユニット73の主軸をほぼ聴取者の耳元に向くようエンクロージャ74に取り付けた状態の断面図を示している。

【0060】しかしながら、上記①の方法では、スピーカーユニット71の主軸に対し聴取者の耳元は、例えば60°などという角度をもって受音することになる。このため、スピーカーユニット71の各部から放射された音波が干渉し合い、その角度とともに高音域での音圧の低下が著しくなり、結果的に、高音域では指向性が鋭くなり、聴取者の位置によって明瞭度などが変化してしまう。

【0061】また、上記②の方法では、使用できるスピーカーユニットの大きさ（口径）に制限があり、小型ユニットを使用すると、音量、特に低音域の再生能力が著しく低下してしまう。逆に、ある程度以上の再生能力を確保しようとする、スピーカーユニットの大きさが大きくなり、必然的に、この種の通話装置の外形として好適な低背型の装置にはできなくなる。さらに、机面による反射波が直接波との間で干渉を起こし、中高音域の音圧低下を招き、やはり明瞭度などが悪化してしまう。

【0062】図17は、口径5cmの小型ユニット73を図15に示されるように、机75上に約60°の角度をもって置き、ユニット73の主軸上、約50cm離れた位置に測定用マイクロホン76を設置して測定した周波数特性であり、机75が無い状態の周波数特性を基準として表したものである。

【0063】図17から明らかなように、特性上に山、谷ができており、特に中音域に大きな谷ができています。これは、ユニット73から放射され、測定用マイクロホン76に直接到達する直接波と机75に反射して到達する反射波が干渉して生じる山、谷で、基本的には直接波と反射波の行路長の差が音波の半波長の奇数倍となる周波数に谷が生じる。机の寸法やスピーカーユニットの指向特性などによって、その周波数が前後することはある。この谷が中音域に生じると一般に明瞭な音声でなくなると言われている。

【0064】以上のような欠点を回避するために、以下に説明する例においては、音響出力の放射口の寸法を小さくするとともに、放射口の位置を、通話装置が置かれる机の面に極力近付ける。

【0065】音響出力の放射口の寸法を小さくするには、例えば図18に示すように、スピーカーユニット71の前面に、スピーカユニット71の口径より小口径の

10

20

30

40

50

孔 7 7 を開けたバフル 7 8 を取り付ければよい。このようにすると、波長に比べ音源の大きさが小さくなり、無指向性に近いブロードな指向特性が得られる。図 1 9 は、小型ユニット 7 1 の前面に、このユニット 7 1 の口径より小口径の直径 2 c m の孔 7 7 が穿かれたバフル 7 8 を取り付けられた状態で、 $\theta = 0^\circ$ の特性を基準にして表した指向周波数特性である。図 1 6 と比較しても、無指向性に近い指向特性となっていることがわかる。通常、この装置を机の上に置いて使用すると、聴取者の耳孔は $\theta = 30^\circ$ 前後にくることが多く、このあたりの指向特性がブロードであることは、聴取者の位置が変化しても音色の変化が少なく聴取できることを意味している。

【0066】音響放射口を机の面に近付けるには、図 2 に示したような、低背型の筐体（エンクロージャ）に、スピーカユニットを取り付けられればよい。音響放射口に、さらに音響導波路（ホーン）を付け、このホーンの放射口を机の面近傍に設置するようにしてもよい。音響放射口が机の面に近付くと、聴取者の耳に達する直接音と机の面による反射音との行路差が小さくなり、干渉による周波数特性上の谷が高音域に追いやられ、明瞭度が低下せず聴取できる。

【0067】図 20 は、この発明による通話装置の外観の例を示すもので、以上のことを考慮した音響出力装置をその筐体に装着した例である。この例の通話装置においては、スピーカユニット 8 1 は低背型の筐体（エンクロージャ）8 2 に取り付けられている。筐体 8 2 には、スピーカユニット 8 1 の口径より小口径の孔 8 3 が開けられており、その中心とスピーカユニット 1 の中心は合わせられている。また、図 2 の例と同様にして、筐体 8 2 の聴取者（送話者）側の前端部には、マイクロホン 1 1 及び 2 1 が、取り付けられている。送話者の口より発せられた音波は、マイクロホン 1 1 への直接波と机の面による反射波となるが、このように取り付けることで、マイクロホン 1 1 と机の面が近接しているため、それらの干渉はほとんど生じず、山、谷が少ない良好な周波数特性が得られる。

【0068】上述のように構成したことにより、スピーカユニット 8 1 から発せられ、孔 8 3 より放射される音波は、前述したように、ほぼ無指向性を示し、特に聴取者（送話者）が移動したりして耳孔の位置が変化しても、その音圧周波数特性には大きな変化はない。

【0069】また、机の上に置かれても、筐体 8 2 が低背型であるため、孔 8 3 の位置が低く、耳孔への直接波と反射波の行路差は小さく、周波数特性上に山、谷ができにくい、あるいはできても高音域に追いやられる。

【0070】なお、図 20 ではスピーカユニット 8 1 が幾分傾斜して取り付けられているが、これは、筐体 8 2 の聴取者（送話者）側の端部を机の面に近付けることで、よりなめらかな周波数特性が得られるようにするためである。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、送話信号を主要入力とし、受話信号を再生するスピーカからの音声を参照入力信号として、雑音低減システムを構成するので、回線に出力される信号は、送話者からの送話信号のみとすることができる。したがって、良好な双方向同時通話状態を保つことができる。

【0072】そして、この発明によれば、適応的に送話信号中の受話信号の抑圧を行うので、通話装置周辺の環境が変化しても自立的に最適な状態を保つことができる。しかも、受話信号のレベルが低い場合には、適応動作を制限するようにしたので、送話信号自体が歪を受けることを防止することができる。

【0073】また、テレビ会議システムにおいて、受話音声再生用のスピーカをテレビ側に設置する場合には、機器の大型を招きやすいが、この発明においては、スピーカは、通話装置の端末側に、マイクロホンと物理的に分離して配置されるため、小型化することができ、さらに、送話／受話の方向が一致するため自然な通話を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明による通話装置の一実施例のブロック図である。

【図 2】この発明による通話装置の外観の一例を示す図である。

【図 3】この発明による通話装置の一実施例の使用態様を示す図である。

【図 4】この発明による通話装置に使用するマイクロホンの指向特性を説明するための図である。

【図 5】適応雑音低減システムの概要を示すブロック図である。

【図 6】適応雑音低減システムの適応フィルタ回路の例を示す図である。

【図 7】この発明による通話装置の他の例のブロック図である。

【図 8】複数のマイクロホンユニットを用いて所定の指向特性を得る例を説明するための図である。

【図 9】複数のマイクロホンユニットを用いて所定の指向特性を得る例を説明するための図である。

【図 10】図 9 の一部の構成の他の例を示す図である。

【図 11】この発明による通話装置の他の例のブロック図である。

【図 12】図 11 の例の動作の説明のために使用する特性図である。

【図 13】この発明による通話装置に用いる主要入力用マイクロホンと参照入力用マイクロホン及びスピーカの配置例を示す図である。

【図 14】通話装置に用いる音響出力装置の例を示す図である。

【図 15】通話装置に用いる音響出力装置の他の例を示す

15

16

す図である。

【図16】図14の例の音響出力装置の周波数特性図である。

【図17】図15の例の音響出力装置の周波数特性図である。

【図18】この発明による通話装置の一例に使用する音響出力装置を説明するための図である。

【図19】図18の例の音響出力装置の周波数特性図である。

【図20】この発明による通話装置の外観の他の例を示す図である。

【符号の説明】

10 送話者

11 第1のマイクロホン

15

17

18

21

24

31

32

34

35

40、72、82

50、50A、50B

71、73、81

77、83

口径の孔

減算回路

送話回路

電話回路

第2のマイクロホン

適応フィルタ回路

スピーカ

受話回路

レベル検出回路

レベル比検出回路

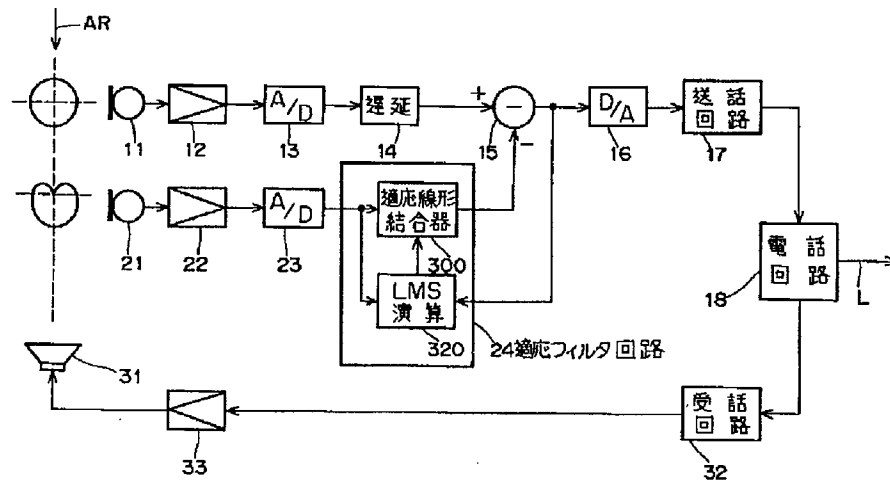
筐体

単一指向性形成回路

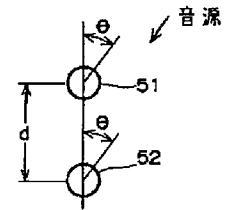
スピーカユニット

スピーカユニットの口径より小

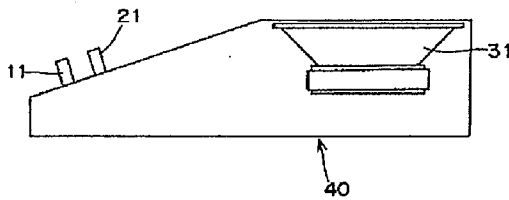
【図1】



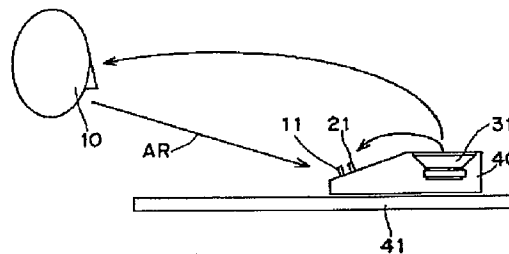
【図8】



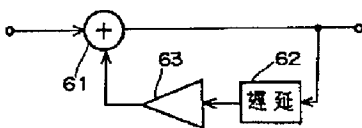
【図2】



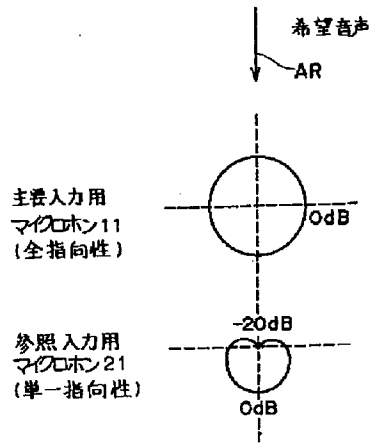
【図3】



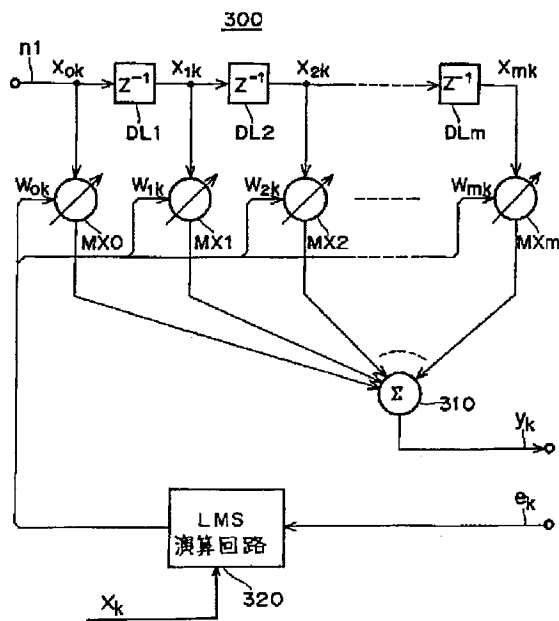
【図10】



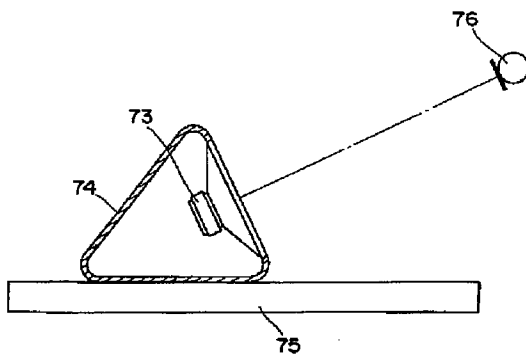
【図4】



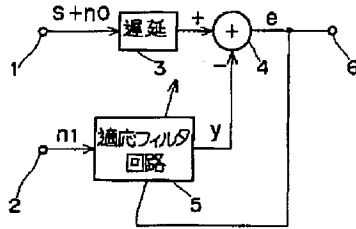
【図6】



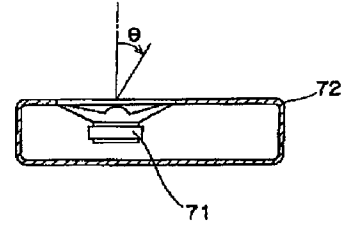
【図15】



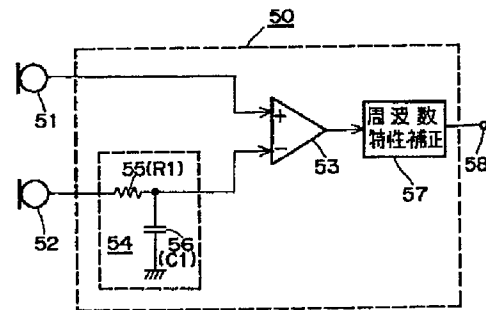
【図5】



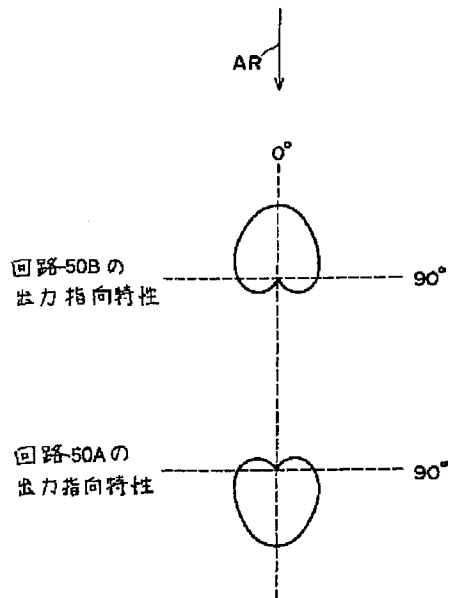
【図14】



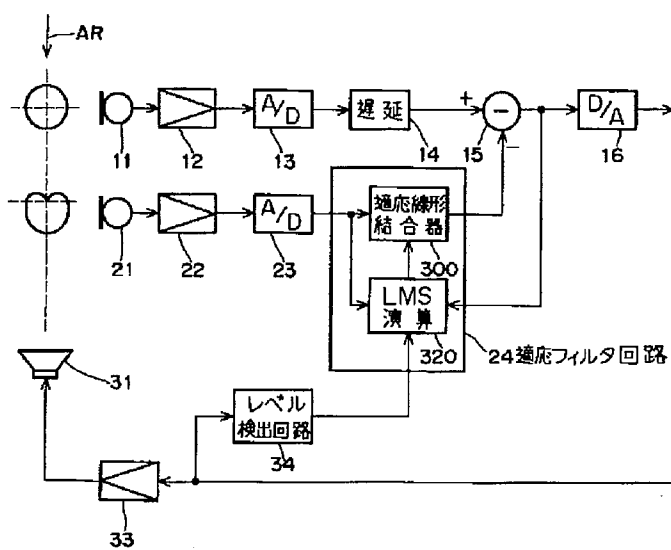
【図9】



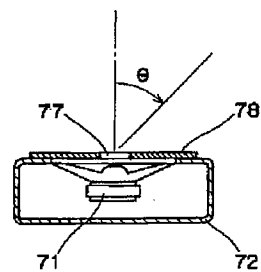
【図12】



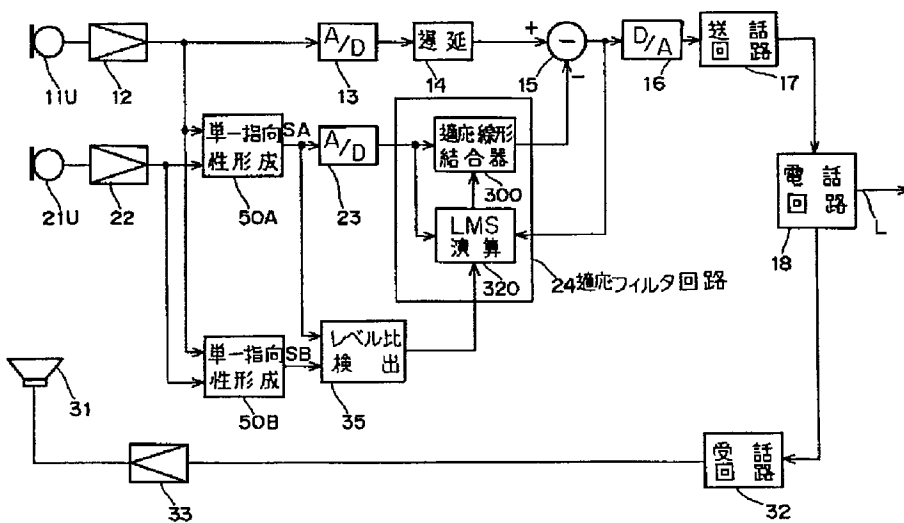
【図7】



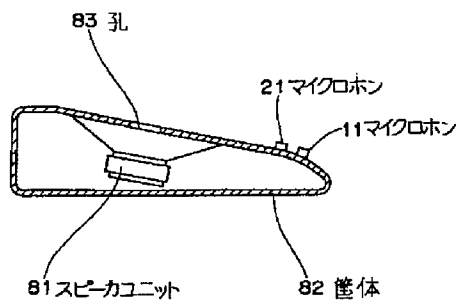
【図18】



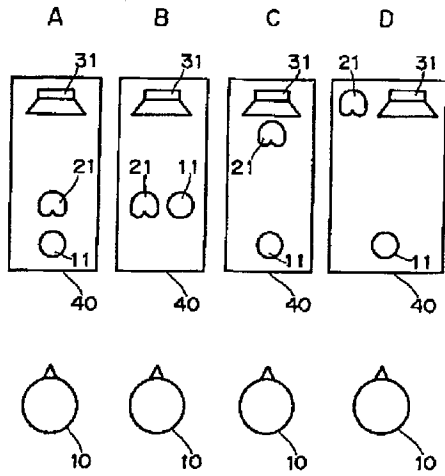
【図11】



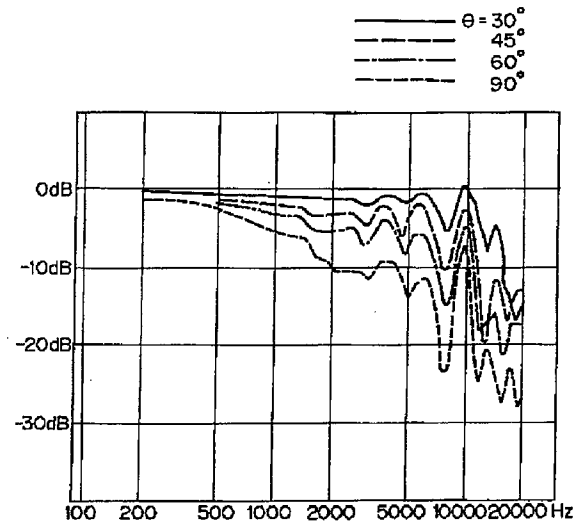
【図20】



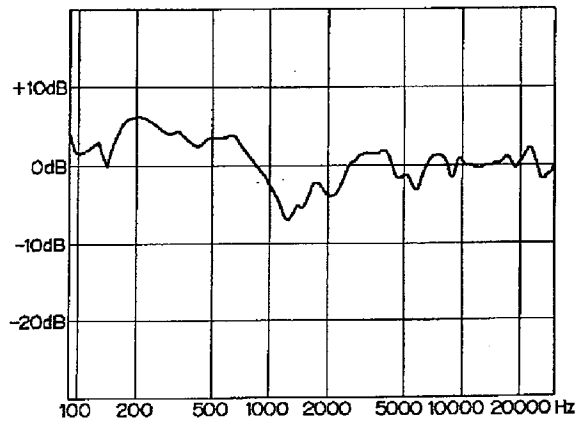
【図13】



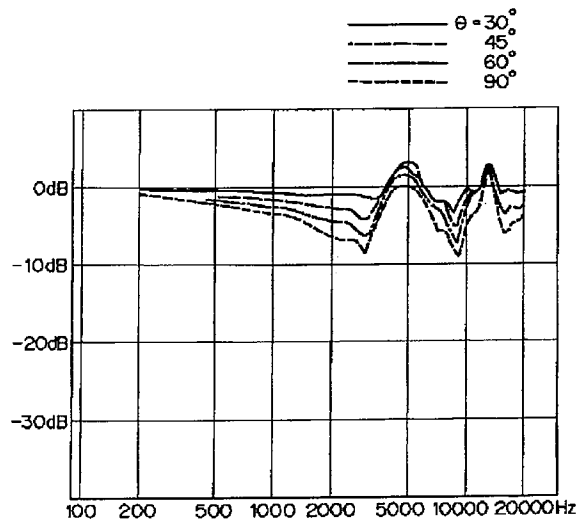
【図16】



【図17】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 行徳 薫
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内